Aus der Königlichen Chirurgischen Universitätsklinik
zu Kiel (Direktor: Prof. Dr. Anschütz).

Experimentelle Untersuchungen über die Röntgendiagnose frischer Rippeninfraktionen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der hohen medizinischen Fakultät
der Königlichen Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Ernst Flach,
approb. Arzt aus Brandenburg a. d. Havel.

Kiel 1913.
Druck von Schmidt & Klaunig.

Aus der Königlichen Chirurgischen Universitätsklinik
zu Kiel (Direktor: Prof. Dr. Anschütz).

Experimentelle Untersuchungen über die Röntgendiagnose frischer Rippeninfraktionen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der hohen medizinischen Fakultät
der Königlichen Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Ernst Flach,
approb. Arzt aus Brandenburg a. d. Havel.

Kiel 1913.
Druck von Schmidt & Klaunig.

Nr. 103.
Rektoratsjahr 1912/13.

Referent: Prof. Dr. **Anschütz.**

Zum Druck genehmigt:

Prof. Dr. **Anschütz,**
z. Z. Dekan.

Dem Gedächtnis

Prof. Dr. HANS NOESSKES.

Die Veranlassung zu vorliegender Arbeit boten folgende Erwägungen: Man ist in der Praxis, und besonders in der Kassen- und Unfallpraxis häufig vor die Notwendigkeit gestellt, bei einer frischen Thoraxverletzung eine exakte Diagnose stellen zu müssen, die für die weitere Beurteilung des betreffenden Falles von dauernder Bedeutung sein soll. Dies hat nun, wie ich im folgenden ausführen will, in jedem Fall seine besonderen Schwierigkeiten und ist oft sogar unmöglich. Auf die augenblicklich einzuschlagende Therapie allerdings wird es in weitaus den meisten Fällen ohne entscheidenden Einfluß bleiben, ob man die vorliegende Verletzung für eine Rippeninfraktion bezw. Fissur oder nur für eine einfache Kontusion ohne weitere Knochenverletzung hält. Jedoch für die spätere Behandlung und die Beurteilung der weiteren Unfallfolgen sind diese Unterschiede keineswegs gleichgültig, zumal wenn man sich erinnert, wie zahllose Schadenersatz- und Rentenansprüche nach Unfällen erhoben werden.

Hier in Holstein kommt nun noch ein anderes Moment hinzu, das zu einer baldigen Diagnose drängt: Das sind die sogenannten „Knochengilden", eine Institution, von deren Vorhandensein in anderen Teilen Deutschlands ich nichts in Erfahrung bringen konnte. Es sind dies Vereine von Arbeitern, die einen wöchentlichen Beitrag von meist 10 Pfennigen zahlen. Sobald nun ein Mitglied eine vom

Arzt bescheinigte Knochenverletzung erlitten hat, erhält es aus der Vereinskasse für längere Zeit eine nicht unbeträchtliche Rente. Die Mitglieder von Knochengilden haben also selbst das allergrößte Interesse an der baldigen Feststellung einer Knochenverletzung.

Nun kommt es relativ häufig vor, wie es den Röntgenologen zur Genüge bekannt ist, daß frische Thoraxverletzungen zunächst als einfache Kontusionen ohne Mitbeteiligung oder Läsion der Rippen angesehen werden, und nach Wochen wird man durch den inzwischen entstandenen Callus belehrt, daß doch eine Knochenverletzung vorgelegen hat. Auch das Röntgenbild, auf das man zuerst so große Hoffnungen setzte, läßt einen in diesen Fällen meist im Stich.

Um nun festzustellen, wieweit man sich bei frischen Rippenverletzungen überhaupt auf die Diagnose aus dem Röntgenbilde verlassen kann, habe ich auf Anregung und mit freundlicher Unterstützung des so früh verstorbenen Professors Dr. Hans Noesske experimentelle Untersuchungen darüber angestellt.

Der häufigste Sitz der Rippenfrakturen ist in der Mammillar- und vorderen Axillarlinie, also in den vorderen und seitlichen Thoraxpartien. Hinten sind die Frakturen erheblich seltener, weil die Traumen an sich weit häufiger die vordere Thoraxgegend betreffen und vor allem, weil die Rippen hinten ihre flache Form zugunsten einer kräftigen, mehr zylindrischen verändern und dabei noch besser durch Muskeln gedeckt werden als vorn. Nun ist es bei weitem schwieriger, die vorderen Rippenpartien darzustellen als die hinteren, und zwar aus folgenden Gründen: Am klarsten gezeichnet wird stets das Objekt, das der Platte am nächsten liegt. Also müßte man zur Darstellung der vorderen Partien die Aufnahme in Brustlage des Patienten machen, was wegen Schmerzhaftigkeit etc. praktische Bedenken hat. Störend

wirkt auch die Atembewegung, da man, um gute Strukturzeichnung zu erhalten, keine kurzzeitigen Aufnahmen machen oder einen Verstärkungsschirm anwenden kann.

Also in praxi: Die am schwersten röntgenographisch darzustellenden Frakturen sind die häufigsten. Weit ungünstiger noch für den Nachweis der Frakturen wirkt die Tatsache, daß die Mehrzahl von ihnen ohne jede Dislokation und unter dem Bilde einer subperiostalen Verletzung verläuft. Bei diesen Traumen kommt es in weitaus den meisten Fällen nicht zu einer organischen Trennung der Rinde, sondern nur zu Quetschung und Zerreißung von Spongiosabälkchen und geringem Bluterguß. Oft ist auch die eine Lamelle der Corticalis gebrochen (und zwar bei direkten Traumen die äußere, bei indirekten die innere), während die Kontinuität des Periosts völlig erhalten ist. Eine Dislokation fehlt schon aus dem Grunde, weil die verletzte Rippe bei intakten Nachbarrippen von der Interkostalmuskulatur in normaler Lage gehalten wird. Bei mageren Individuen findet man dann manchmal bei Palpation eine geringe Dellenbildung.

> Zur Erleichterung der klinischen Untersuchung empfiehlt es sich in solchen Fällen, ein heißes Handtuch mit wollenem Tuch darüber zu legen oder überhaupt im warmen Bade zu untersuchen, um die kühlen und starren Weichteile geschmeidiger zu machen. Dann ist noch manchmal eine Einknickung der Rippe nachzuweisen, die vorher dem palpierenden Finger entging.

Alles dies sind Momente, die die Diagnose einer Rippeninfraktion außerordentlich erschweren können.

Für das Zustandekommen der Rippeninfraktionen spielen wie überall bei Frakturen zweierlei Gewalteinwirkungen eine Rolle, direkte und indirekte. Als direkte Gewalten, die weit-

aus am häufigsten sind, wären zu nennen: Fall auf eine halbstumpfe Kante (Trottoirbordschwelle, Tischecke), Faustschlag, Fußtritt, Hufschlag etc. Hier erfolgt die Rippenläsion stets am Orte des Traumas.

An indirekten Gewalten kommen in Betracht: Kompression des Thorax durch Eisenbahnpuffer, durch Verschüttung und Überfahrung. Bei diesen Fällen erfolgt nach physikalischen Gesetzen die Fraktur am Orte der stärksten Krümmung der Rippe, da hier bei stärkerer Biegung die höchste Spannungsdifferenz zwischen äußerer und innerer Rindenschicht eintritt.

Die folgenden Untersuchungen galten der Lösung der Frage: Wie verhalten sich die frischen Rippenfrakturen, insbesondere die unvollständigen, subperiostalen Rippeninfraktionen im Röntgenbilde? Experimentell-anatomisch wurde die Lösung dieser Frage versucht, und zwar wurden zu diesem Zweck am Thorax, sowohl am unversehrten wie am eröffneten, künstlich Frakturen gesetzt; ferner wurden einzelne Rippen und Rippengruppen direkten und indirekten Gewalten ausgesetzt.

Das Material entstammte allen Lebensaltern, von 9 Monaten bis zu 80 Jahren, doch wurde die überwiegende Mehrzahl von Rippen (4/5) dem Lebensalter von 25 bis 48 Jahren entnommen; es wurde auch hierdurch versucht, der Wirklichkeit möglichst nahe zu kommen, denn die Rippenverletzungen finden sich am häufigsten bei der arbeitenden Bevölkerung im 3. bis 5. Lebensjahrzehnt. Völlig ungeeignet für diese Versuche ist irgendwie gehärtetes Knochenmaterial, dessen Brüchigkeit den natürlichen Verhältnissen nicht entspricht. Aus demselben Grunde wurden die Rippen auch jedesmal möglichst bald post mortem entnommen und den Versuchen unterworfen. Schließlich diente der Untersuchung auch noch das Material von tödlich Verletzten.

Die Röntgenaufnahmen wurden in der Königlichen Chirurgischen Universitätsklinik in Kiel nach dem später besprochenen Modus angefertigt. Das hierzu benutzte Instrumentarium war ein Wehnelt-Apparat mit Wehnelt-Stift-Unterbrecher (Seifert-Hamburg).

Benutzt wurden in der Mehrzahl der Fälle zu den Aufnahmen mittelweiche Bauer-Röhren. Die Focus-Platten-Distanz betrug durchschnittlich 50 cm. Die Belichtungszeit schwankte zwischen 20 und 75 Sekunden.

Bei den Röntgenaufnahmen selbst fand ich die liebenswürdige Unterstützung der damaligen Röntgenassistentinnen der Klinik, Fräulein Ilse Wodarg und Fräulein Ida Seitz, denen ich hier für ihre Mithilfe meinen besten Dank aussprechen möchte.

Im ganzen wurden 50 Rippen zu den Versuchen benutzt und von diesen 147 Röntgenogramme angefertigt.

Der Gang der Experimente war kurz folgender: Nachdem das Trauma in der später beschriebenen Weise gesetzt war, wurde durch Inspektion, Palpation etc. wie beim Lebenden die Art der Verletzung festzustellen versucht. Darauf wurde die Röntgenuntersuchung systematisch in verschiedenen Etappen vorgenommen. Zunächst wurde die verletzte Partie bei der Aufnahme unmittelbar auf die Platte aufgelegt und zwar meist je einmal von der Fläche und von der Kante. Bei diesem Optimum der Aufnahmetechnik sind alle störenden Projektionen und Weichteilschatten ausgeschaltet und man erzielt die denkbar schärfsten Knochenkonturen und Innenzeichnungen. Darauf folgten Röntgenaufnahmen, bei denen die Rippen durch Zwischenlagerung von bestimmten Geweben in eine dem natürlichen Situs möglichst ähnliche Lage gebracht waren. Waren die Aufnahmen einwandfrei, so erfolgte schließlich die anatomische Präparation und meist Mazeration der Rippen zur objektiven Feststellung der Art und Ausdehnung der Verletzung.

1. Art des Traumas.

Einer Verletzung durch direkte Gewalt wurden insgesamt 24 Rippen unterworfen. Hiervon wurden 7 Rippen lädiert, während sie sich noch im Verbande am Kadaver befanden, allerdings nach Entfernung des Brustbeins. Als Instrument wurde die scharfe Kante eines Holzhammers benutzt. Weitere je 7 Rippen wurden durch einen Schlag mit der scharfen bezw. stumpfen Kante eines Eisenhammers verletzt. Diese 14 Rippen waren ebenso wie alle folgenden dem Kadaver entnommen und von den Nachbarrippen lospräpariert, so daß sie einzeln den verschiedenen Manipulationen unterworfen werden konnten. Sie wurden meist von der Innenfläche federnd unterstützt und auf der Außenfläche verletzt. 3 andere Rippen wurden mit der Außenfläche quer auf die stumpfe Kante eines kleinen eisernen Amboß aufgeschlagen, indem sie an ihren Enden mit beiden Händen etwas federnd gehalten wurden. Hierdurch sollte das Trauma des Stoßes gegen eine Tischecke nachgebildet werden.

Als Material zur Untersuchung der durch indirekte Gewalt zustande gekommenen Rippenverletzungen diente auch eine letal verlaufene Thoraxquetschung zwischen Eisenbahnpuffern (5 Rippen). Bei den übrigen 21 Rippen wurden durch manuelle Biegung Infraktionen gesetzt. Dies wurde dadurch erzielt, daß die beiden Enden der Rippe mit beiden Händen voll gefaßt und einander langsam soweit genähert wurden, bis man durch Gefühl oder Gehör den Eindruck einer Gewebsläsion hatte. Einige Male fand diese Biegung nicht im Sinne der Krümmung der Rippe statt, sondern im entgegengesetzten Sinne dadurch, daß die Enden der Rippe voneinander entfernt wurden, bis meist ein hörbarer Knacks eintrat. Diese Art der Verletzung entspricht zwar nicht genau den natürlichen Verhältnissen, da die indirekten Frakturen wohl ausnahmslos durch Rippenkompression zustande kommen werden, jedoch war es

bei diesem Experiment erheblich leichter, die zur Infraktion der Rippe erforderliche Gewalt zu dosieren, als bei der Biegung der Rippe im Sinne ihrer Krümmung.

Bei Beginn der Versuche machte die Dosierung der geeigneten Gewalteinwirkung überhaupt einige Schwierigkeiten, und es war manchmal auch bei vorsichtigem Gebaren nicht möglich, eine völlige Fraktur zu vermeiden. Bei den harten, spröden Rippen des höheren Lebensalters ist es naturgemäß recht schwer, ein wirkliches Trauma durch manuelle Biegung zu erzielen, ohne daß es zu einer völligen Fraktur kommt. Dagegen ist die Elastizität der jüngeren Rippen ganz enorm, und es ist bewundernswert, einer wie extremen Biegung sie ausgesetzt werden können, ohne auch nur die Spur einer Läsion zu zeigen. Diesen hohen Grad der Elastizität verdankt die Rippe außer ihrer schlanken Gestalt vor allem ihrer knorpeligen Endigung. In dem Maße, als der Knorpel seine ursprünglich hyaline Beschaffenheit aufgibt und sich in Faserknorpel verwandelt, läßt auch die Elastizität der Rippe nach; und wenn der Knorpel dann, wie es in höherem Alter oder auch bei Tuberkulose der Fall ist, schließlich verkalkt, so verliert die Rippe völlig ihre Elastizität und wird spröde und brüchig.

2. Makroskopische Untersuchung.

Nachdem auf die eben beschriebene Weise das Trauma gesetzt war, wurden die Rippen einer makroskopischen Untersuchung durch Inspektion, Palpation etc. unterzogen. Hierbei ergab sich, daß von den 50 Rippen völlig frakturiert waren: 8; sicht- und fühlbare Infraktionen zeigten 25 Rippen, während bei 6 Rippen eine Verletzung nicht nachzuweisen war. Während der Versuche mußten als unbrauchbar ausgeschieden werden: 10 Rippen. Z. T. waren dies Rippen, die im Laufe der Experimente beschädigt oder völlig frakturiert wurden und daher zu Vergleichsaufnahmen

nicht mehr herangezogen werden konnten; z. T. waren es auch Rippen, bei denen der makroskopische Befund fraglich war, so daß sie für weitere Untersuchungen keinen Wert hatten. Aus dem Bestreben, bei diesen Untersuchungen das irgendwie zweifelhafte Material ganz auszuschalten, resultiert daher die verhältnismäßig große Anzahl der als „unbrauchbar" bezeichneten Rippen.

3. Röntgenuntersuchungen.

a) Frakturen.

Bei den nun folgenden Röntgenaufnahmen zeigte es sich, daß die Läsionen der 8 völlig frakturierten Rippen auf allen Platten deutlich sichtbar waren, insbesondere auch bei den Aufnahmen, bei welchen durch Zwischenlagerung von Geweben eine möglichste Annäherung an natürliche Verhältnisse erreicht wurde. Zu dieser Interposition wurde eine ca. 25 cm hohe Schicht von Holzwolle benutzt, deren Form einem Thorax nachgebildet war, auf dem sich die Rippen in natürlicher Lage befanden, in anderen Fällen ein ca. 5 cm hohes Stück Pferdefleisch oder die doppelte Schicht eines Wildlederlappens. In allen diesen Fällen (es wurden von diesen 8 ganz frakturierten Rippen 22 Aufnahmen gemacht) war die Frakturdiagnose aus dem Röntgenbilde sicher.

b) Infraktionen.

Wesentlich andere Resultate ergaben die 85 Röntgenogramme der 25 Rippen, welche makroskopisch sicht- und fühlbare Infraktionen aufwiesen. Es sind hier 4 verschiedene Gruppen zu unterscheiden:

Die erste Gruppe umfaßt diejenigen Rippen, deren Infraktionen nicht nur beim Aufnahmeoptimum, sondern auch bei Interposition von Geweben und bei Aufnahme in natürlicher Lage auf der Röntgenplatte sichtbar bleiben. Es sind dies die Rippen Nr. 7, 15, 16, 30, von denen die letztere allerdings schon zu

der nächsten Gruppe überleitet; ihre Infraktion ist nämlich bei einer Interposition von 4 cm Fleisch, auf dem die Rippe flach aufliegt, noch sichtbar, in natürlicher Lage jedoch, auf einem Holzwollthorax bei Zwischenschaltung einer Wildlederschicht, ist keine Veränderung mehr zu erkennen.

Die zweite Gruppe enthält die Infraktionen, die beim Aufnahmeoptimum zwar sichtbar sind, bei Zwischenschaltung von Weichteilen etc. jedoch verschwinden. Hierher gehören die Rippen Nr. 5, 17, 34.

Die dritte Gruppe bilden die Infraktionen, die bei günstiger Aufnahme, d. h. bei direktem Aufliegen der Rippe auf der Platte nur in einer Ebene zu erkennen sind, bei Lagerung in einer anderen Ebene dagegen völlig unsichtbar werden. Dies ist der Fall bei den Rippen Nr. 4, 13, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 48, 49. Es ist dabei durchaus nicht so, daß etwa immer die Flächenaufnahme das sichtbare Bild der Infraktion gibt und die Kantenaufnahme nicht. Die Resultate verteilen sich vielmehr ungefähr gleichmäßig auf beide Aufnahmearten.

Zur vierten Gruppe endlich gehören die Infraktionen, die niemals, auch nicht beim Optimum der Aufnahmetechnik auf der Platte sichtbar geworden sind. Rippen Nr. 3, 14, 19, 24, 31, 32, 43, 46.

In den folgenden Tabellen sind im einzelnen die Resultate zusammengestellt, die die Röntgenographie der 25 infrangierten Rippen ergab.

Erste Gruppe.

(Deutlich sichtbare Läsion im Röntgenbilde.)

Rippe Nr.	Trauma	Makroskopischer Befund
7	Schlag mit scharfer Holzhammerkante in Axillarlinie.	An Innenfläche winklige Knickung. An präparierter Rippe innen winklige Frakturlinie, die sich an der oberen und unteren Kante je 15 mm fortsetzt.
15	Schlag mit scharfer Eisenhammerkante in Paramammillarlinie.	Weichheit und Transparenz an der Stelle des Traumas.
16	Manuelle Biegung im Sinne der Krümmung der Rippe, wobei die 18 cm voneinander entfernten Enden der Rippe bis auf 14 cm genähert werden. Hör- und fühlbarer Knacks.	Beweglichkeit in vorderer Axillarlinie. Innen quere Delle mit hervorspringenden Kanten. Periost gefältelt.
30	Breiter, stumpfer Hammerschlag in Axillarlinie.	Außenfläche intakt, innen winklige Splitterung.

Erste Gruppe.

Lagerung der Rippe bei der Röntgenaufnahme	Resultat	Zweifelhafte Platte Nr.
Auf 20 cm hohem Holzwollthorax.	Infraktion sichtbar.	2
Flach aufliegend.	Infraktion als winklige Verschattung deutlich sichtbar.	
Mit der Kante aufliegend.	Infraktion sichtbar.	
Mit der Kante aufliegend.	Verschattung und Aufhebung der Struktur an der Stelle des Traumas.	
Mit Außenfläche aufliegend.	Längsgerichtete Verschattung und teilweise Aufhebung der Struktur.	
Mit Außenfläche aufliegend.	Leichter dunkler Strich, kaum sichtbar.	14
Mit der Kante aufliegend.	Leichte Eindellung an der inneren Lamelle und Verschattung der Struktur.	
Mit Außenfläche aufliegend.	Infraktionslinie als gezackter Strich deutlich sichtbar.	
Interposition von 4 cm hoher Schicht Fleisch.	Infraktionslinie noch als Strich zu sehen.	
Auf 15 cm hohem Holzwollthorax und einfacher Wildlederschicht.	Infraktion nicht sichtbar.	

Zweite Gruppe.

(Infraktionen, die bei Aufnahmeoptimum sichtbar sind, bei Interposition verschwinden

Rippe Nr.	Trauma	Makroskopischer Befund
5	Schlag mit scharfer Holzhammerkante in vorderer Axillarlinie.	An Außenfläche deutlich fühlbar quere Delle. An präparierter Rippe sicht- und fühlbare Delle doppelter, je 6 mm langer Längssprung an oberer Kante, 12 mm lange Zickzacksplitterung an der unteren.
17	Mehrere scharfe Eisenhammerschläge auf die Außenfläche der auf der Unterlage fest aufliegenden Rippe.	1 cm breite, quere Eindellung an der Außenfläche; an der präparierten Rippe außer der Delle mehrfache Längssplitterung sichtbar.
34	Breite Quetschung in hinterer Axillarlinie durch stumpfen Hammerschlag bei harter anliegender Unterlage.	Breite Abflachung, reichlich Blutaustritt an der unteren Kante. An präparierter Rippe schräge Fissur von der unteren Kante ausgehend, außen 4 cm, innen 1,5 cm lang. Geringe Diastase.

Zweite Gruppe.

latte Nr.	Lagerung der Rippe bei der Röntgenaufnahme	Resultat	Zweifelhafte Platte Nr.
4	Flach auf der Platte liegend.	Leichte wellige Verschattung sichtbar.	1 2
6	Mit der Kante aufliegend.	An der Außenfläche Eindellung deutlich sichtbar.	
8	In annähernd natürlicher Lage auf einem 20 cm hohen Wattethorax.	Keine Infraktion nachzuweisen.	
14	In natürlicher Lage auf einem 20 cm hohen Filtrierpapierthorax.	Keine Strukturveränderung nachzuweisen.	
15	Mit Außenfläche aufliegend.	Feiner schwarzer Längsstrich, kaum sichtbar.	
16	Mit der Kante aufliegend.	Keine Strukturveränderung zu erkennen, jedoch minimale Unebenheit der äußeren Lamelle.	
20	Mit Außenfläche aufliegend.	Feiner schwarzer Strich zu sehen.	
22	Interposition von 4 cm hoher Fleischschicht, Rippe auf dieser mit Außenfläche aufliegend.	Keine Fissur nachzuweisen.	
25	In annähernd natürlicher Lage auf 20 cm hohem Holzwollthorax.	Keine Fissur nachzuweisen.	
29	Wie 25 + einfache Wildlederschicht.	Keine Fissur nachzuweisen.	

Dritte Gruppe.

(Infraktionen, die bei direktem Aufliegen nur in einer Ebene sichtbar sind, in der anderen dagegen verschwinden.)

Rippe Nr.	Trauma	Makroskopischer Befund
4	Schlag mit scharfer Holzhammerkante in Axillarlinie.	Außen quere Eindellung fühlbar, innen schräge hervorspringende Kante sicht- und fühlbar. An präparierter Rippe geht die Infraktion innen bis zur Spongiosa durch.
13	Schlag mit Eisenhammerkante in Mammillarlinie.	Deutliche quere Delle 4 cm neben der Knochenknorpelgrenze. (Bei Präparation völlig frakturiert.)
39	Manuelle Biegung der Rippe im entgegengesetzten Sinne ihrer Krümmung.	Deutliche quere Delle außen in vorderer Axillarlinie; deutlich vorspringende quere Kante an der Innenfläche. Verdoppelung der Rippenkrümmung.
40	Manuelle Biegung der Rippe im entgegengesetzten Sinne ihrer Krümmung.	An der Außenfläche quere Delle, innen zackige Splitterung sicht- und fühlbar.
41	Scharfer Eisenhammerschlag in Axillarlinie.	Quere Eindellung außen, Krepitation an der Stelle des Traumas sowie abnorme Beweglichkeit.

Dritte Gruppe.

latte Nr.	Lagerung der Rippe bei der Röntgenaufnahme	Resultat	Zweifelhafte Platte Nr.
4	Mit Außenfläche aufliegend.	Schräger schwarzer Strich sichtbar.	1
6	Mit der Kante aufliegend.	Keine Strukturveränderung zu sehen.	2
8	In annähernd natürlicher Lage auf 20 cm hohem Wattethorax.	Schräger schwarzer Strich sichtbar.	
10	Mit Außenfläche aufliegend.	Keine Strukturveränderung zu sehen.	
11	Mit der Kante aufliegend.	Am äußeren Blatt Eindellung deutlich.	
23	Mit Außenfläche aufliegend.	Quere zackige Frakturlinie sichtbar.	
24	Flach mit Innenfläche auf 20 cm hohem Holzwollthorax liegend (nicht in natürlicher Lage).	Keine Strukturveränderung, jedoch Änderung der Außenkrümmung zu sehen.	26
27	Flach mit der Kante aufliegend.	Keine Strukturveränderung zu erkennen.	
23	Mit Außenfläche aufliegend.	Keine Strukturveränderung.	
24	Flach mit Innenfläche auf 20 cm hohem Holzwollthorax aufliegend (nicht natürliche Lage).	Keine Strukturveränderung.	
26	Auf 20 cm hohem Holzwollthorax und einfacher Wildlederschicht.	Keine Strukturveränderung.	
27	Mit der Kante aufliegend.	Leichter schwarzer Strich sichtbar.	
23	Mit Außenfläche aufliegend.	Zarter 1 cm langer Strich an der unteren Kante sichtbar.	
24	Flach mit Innenfläche auf 20 cm hohem Holzwollthorax aufliegend.	Keine Strukturveränderung.	26
27	Mit der Kante aufliegend.	Keine Strukturveränderung.	

Dritte Gruppe (Fortsetzung).

(Infraktionen, die bei direktem Aufliegen nur in einer Ebene sichtbar sind, in der anderen dagegen verschwinden.)

Rippe Nr.	Trauma	Makroskopischer Befund
42	Stumpfer Eisenhammerschlag auf die Außenfläche der auf harter Unterlage fixierten Rippe.	Breite Eindellung an der Stelle des Traumas, Splitterung an Außenfläche deutlich sicht- und fühlbar. Austritt von Blut und Fett aus der Markhöhle an Fläche und Kante.
44	Manuelle Biegung der Rippe im entgegengesetzten Sinne ihrer Krümmung.	Quere Delle an der Außenfläche in der Axillarlinie. Quere zackige Prominenz innen.
45	Manuelle Biegung der Rippe im entgegengesetzten Sinne ihrer Krümmung.	Geringe schräge Delle, leichte Unterbrechung der Rippenkrümmung.
48	Breiter stumpfer Hammerschlag in vorderer Axillarlinie.	Abplattung in einer Ausdehnung von 2 cm. Geringe abnorme Beweglichkeit.
49	Manuelle Biegung im entgegengesetzten Sinne ihrer Krümmung (in Parasternallinie).	Völlige Abknickbarkeit am Ort des Traumas, innen schräg vorspringende Kante.

Dritte Gruppe (Fortsetzung).

Lagerung der Rippe bei der Röntgenaufnahme	Resultat	Zweifelhafte Platte Nr.
Mit Außenfläche aufliegend. Flach mit Innenfläche auf 20 cm hohem Holzwollthorax. Mit der Kante aufliegend.	Erhebliche Splitterung sichtbar. Erhebliche Verschattung der Struktur an der Stelle des Traumas. Keine Strukturveränderung.	26
Mit Außenfläche aufliegend. Flach mit Innenfläche auf 20 cm hohem Holzwollthorax. Mit der Kante aufliegend.	Feiner schwarzer Schrägstrich. Keine Strukturveränderung. Keine Strukturveränderung.	26
Mit Außenfläche aufliegend. Mit der Kante aufliegend.	Keine Strukturveränderung. Leichte Impression der äußeren Lamelle sichtbar.	24 26 28
Mit Außenfläche aufliegend. Mit der Kante aufliegend. In natürlicher Lage auf einem 20 cm hohen Holzwollthorax und einfacher Wildlederschicht.	Mehrere, bis zu 4 cm lange Längsfissuren. Keine Veränderung zu sehen. Keine Veränderung zu sehen.	24 26
Mit Außenfläche aufliegend. Flach mit der Kante auf der Platte liegend. In natürlicher Lage auf einem 20 cm hohen Holzwollthorax und einfacher Wildlederschicht.	Keine deutliche Strukturveränderung zu sehen. Erhebliche Impression der äußeren Fläche und Krümmungsänderung der Rippe. Keine Veränderung zu erkennen.	24 26

Vierte Gruppe.

(Infraktionen, die nie, auch nicht beim Aufnahmeoptimum sichtbar waren.)

Rippe Nr.	Trauma	Makroskopischer Befund
3	Schlag mit scharfer Holzhammerkante auf die Außenfläche in vorderer Axillarlinie.	Außen quere Delle fühlbar. A präparierter Rippe außerde 12 mm langer Längssprung a der oberen Kante.
14	Manuelle Biegung im Sinne der Krümmung der Rippe.	Abnorme Beweglichkeit, Weichh und Transparenz an der Stel des Traumas.
19	Manuelle Biegung im Sinne der Krümmung der Rippe, indem die Enden der Rippe einander von 22 cm bis auf 15 cm genähert werden.	An der Innenfläche der Mammillar linie eine etwas schräge, 5 mm breite Delle sicht- und fühlb darunter deutlich Splitterung erkennbar. Außenfläche intak An präparierter Rippe leichte Fältelung beiderseits neben der Delle.
24	Scharfer Hammerschlag quer auf die Außenfläche in der Mammillarlinie.	Abnorme Beweglichkeit an der Stel des Traumas. Fragliche Krepitation. Bei der Präparation völlige Frak
31	Manuelle Biegung der Rippe im entgegengesetzten Sinne ihrer Krümmung. Entfernung der Enden dabei von 20 auf 21 cm gestiegen, bleibt 21 cm.	Schmale quere Vertiefung an d Außenfläche. Blutaustritt an d Kante. An präparierter Rip außerdem Fältelung der C calis.

Vierte Gruppe.

Lagerung der Rippe bei der Röntgenaufnahme	Resultat	Zweifelhafte Platte Nr.
Flach auf der Platte aufliegend.	Keine Strukturveränderung deutlich.	1
Mit der Kante aufliegend.	Keine Strukturveränderung deutlich.	2
In natürlicher Lage auf einem 20 cm hohen Wattethorax.	Keine Strukturveränderung zu erkennen.	
Mit der Kante aufliegend.	Keine Strukturveränderung zu erkennen.	
Mit Außenfläche aufliegend.	Keine Strukturveränderung zu erkennen.	
In annähernd natürlicher Lage auf einem 20 cm hohen Filtrierpapierthorax.	Keine Strukturveränderung zu erkennen.	
Mit Außenfläche aufliegend.	Keine Strukturveränderung zu erkennen.	
Mit der Kante aufliegend.	An der Stelle des Traumas scheint die Krümmung der Rippe etwas vermehrt. Keine Strukturveränderung.	
Mit der Außenfläche aufliegend (bei noch erhaltenen Weichteilverbindungen).	Minimale Strukturveränderung, die jedoch nicht als Infraktionslinie zu deuten ist.	
Mit Außenfläche aufliegend.	Keine Strukturveränderung zu erkennen.	

Vierte Gruppe (Fortsetzung).

(Infraktionen, die nie, auch nicht beim Aufnahmeoptimum sichtbar waren.)

Rippe Nr.	Trauma	Makroskopischer Befund
32	Mehrfaches federndes Aufschlagen auf eine stumpfe Kante (eiserner Amboß) in Axillarlinie.	Blutaustritt an beiden Kanten, a[bn]orme Beweglichkeit am [Or]des Traumas und breite que[re] Eindellung. An präparierter Rippe eine que[re] 1 cm breite Abflachung de[r] sichtbar.
43	Manuelle Biegung der Rippe in Mammillarlinie im entgegengesetzten Sinne ihrer Krümmung.	Quere Delle an der Außenf[läche] quere, zackige Erhabenheit in [der] Abnorme Beweglichkeit.
46	Manuelle Biegung der Rippe im entgegengesetzten Sinne ihrer Krümmung.	Deutliche Eindellung am Or[t] Traumas, abnorme Beweglichk[eit] An der Kante Austritt von [Blut] und Fett aus der Markhöhl[e]

Vierte Gruppe (Fortsetzung).

Lagerung der Rippe bei der Röntgenaufnahme	Resultat	Zweifelhafte Platte Nr.
Mit Außenfläche aufliegend.	Keine Strukturveränderung zu erkennen.	
Mit der Außenfläche aufliegend.	Keine Strukturveränderung.	
Auf einem 20 cm hohen Holzwollthorax flach mit der Innenfläche aufliegend. (Nicht in natürlicher Lage.)	Keine Strukturveränderung.	
Mit der Kante aufliegend.	Keine Strukturveränderung.	26
Mit der Außenfläche aufliegend.	Keine Strukturveränderung.	
Auf einem 20 cm hohen Holzwollthorax flach mit der Innenfläche aufliegend. (Nicht in natürlicher Lage.)	Keine Strukturveränderung.	
Mit der Kante aufliegend.	Keine Strukturveränderung.	26
In natürlicher Lage auf einem 25 cm hohen Holzwollthorax mit untergelegter einfacher Wildlederschicht.	Keine Strukturveränderung.	

In den vorstehenden Tabellen sind die Untersuchungen von 25 Rippeninfraktionen beschrieben. Von diesen waren

deutlich sichtbar in jedem Falle (Gruppe 1) 4 = 16 %.

Bei Aufnahmeoptimum waren sichtbar, bei Interposition verschwanden (Gruppe 2) . . 3 = 12 %.

Bei Aufnahmeoptimum waren nur in einer Ebene sichtbar, in der anderen dagegen nicht (Gruppe 3) . . . . . 10 = 40 %.

Niemals, auch nicht beim Optimum der Aufnahmetechnik waren sichtbar (Gruppe 4) 8 = 32 %.

Nach der ausführlichen Darstellung der Einzelheiten glaube ich das Resultat meiner Untersuchungen nun kurz folgendermaßen zusammenfassen zu können:

Die größte Mehrzahl aller frischen Rippeninfraktionen, die nach der klinischen Erfahrung den höchsten Prozentsatz aller Rippenverletzungen überhaupt bilden, kann durch Röntgenogramme nicht zur Darstellung gebracht werden, weil die Aufnahmebedingungen bei den natürlichen Thoraxverhältnissen überaus ungünstig und die darstellbaren Knochenveränderungen so gering sind.

Für die Praxis ergibt sich daraus weiterhin die Forderung, die auf Grund klinischer Erfahrungen früher Grashey (Fortschr. a. d. Gebiete d. Röntgenstrahlen, Bd. 11 S. 141) erhoben hat: Man soll sich bei der Diagnose der frischen Rippenverletzungen nicht auf das Röntgenbild verlassen, sondern der klinischen Untersuchung den Vorzug geben. In keinem Falle soll man bei der Untersuchung der frischen Verletzung die Möglichkeit einer Infraktion ausschließen. Vielmehr ist die Diagnose, wenn man sicher gehen will, in suspenso zu lassen und auf einen späteren Zeitpunkt zu verschieben. Nach 3 bis 4 Wochen wird es in den meisten Fällen gelingen, aus dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein einer Calluswucherung die Diagnose auf Infraktion der Rippe oder einfache Kontusion zu stellen.

Ich möchte mir erlauben, an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Anschütz für die freundliche Überlassung der Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Es ist mir ferner ein Bedürfnis, beim Abschluß dieser Arbeit in dankbarer Anerkennung der reichen Anregungen zu gedenken, die ich bei den Experimenten von dem so früh verstorbenen Prof. Dr. Hans Noesske erhielt.

Lebenslauf.

Am 8. Mai 1883 wurde ich, Ernst Moritz Friedrich Flach in Brandenburg a. d. Havel als Sohn des Stabsarztes Dr. Ernst Flach geboren. Ich absolvierte das Gymnasium meiner Vaterstadt, das ich zu Ostern 1901 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Ich besuchte die Universitäten Heidelberg, Erlangen, wo ich am 6. Mai 1903 die ärztliche Vorprüfung bestand, München, Wien und Kiel. Hier beendete ich im Dezember 1909 meine Prüfung. Im praktischen Jahre war ich 8 Monate in der chirurgischen Universitätsklinik in Kiel tätig, die übrigen 4 Monate arbeitete ich auf der inneren Abteilung des Kreiskrankenhauses Berlin-Lichterfelde. Dort bin ich seit dem 1. Februar 1911 als Assistenzarzt der inneren Abteilung angestellt.